

## OSCILLATING CIRCUIT FOR PROXIMITY SENSOR

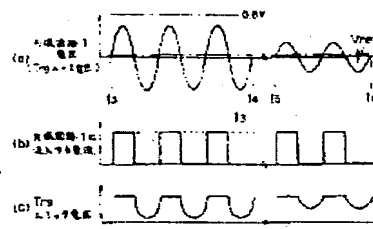
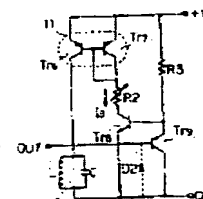
2

**Patent number:** JP1226217  
**Publication date:** 1989-09-08  
**Inventor:** KANDA YOSHIMI  
**Applicant:** OMRON TATEISI ELECTRONICS CO  
**Classification:**  
- **International:** H03B5/12; H03K17/945; H03B5/08; H03K17/94; (IPC1-7): H03B5/12; H03K17/945  
- **European:**  
**Application number:** JP19880051855 19880304  
**Priority number(s):** JP19880051855 19880304

Report a data error here

## Abstract of JP1226217

**PURPOSE:** To set a threshold voltage to a considerably low level and to improve a distance to an obstacle and the linearity of the amplitude of oscillation by feeding back a current in an LC resonant circuit through a current mirror circuit so as to start oscillation and turning on and off a fourth transistor by means of the slight rise of the base voltage of a third transistor. **CONSTITUTION:** A current  $I_3$  flows which is decided by a variable resistance  $R_2$  for current adjustment in a transistor  $Tr_7$  in a current mirror circuit 11. The current is fed back to the LC resonant circuit 1 through the current mirror circuit 11 and oscillation starts. Since an emitter current flows in  $Tr_9$  when the terminal voltage of the LC resonant circuit 1 becomes negative, the emitting voltage comes below 0.6V,  $Tr_8$  is turned off and current feedback is stopped. Thus,  $Tr_9$  and  $Tr_8$  are alternatively disconnected by the voltage of the both terminals of the LC resonant circuit 1. When the base voltage of  $Tr_9$  slightly rises, a constant collector current flows in  $Tr_8$ . When the rise of a saturation current for 10%-90% is displayed as a threshold  $V_{ref2}$ , the threshold  $V_{ref2}$  shows the value of about 0.1V, for example.



Data supplied from the esp@cenet database - Worldwide

BEST AVAILABLE COPY

⑨ 日本国特許庁(JP)

⑩ 特許出願公開

⑫ 公開特許公報(A)

平1-226217

⑤ Int. Cl.

識別記号

庁内整理番号

⑬ 公開 平成1年(1989)9月8日

H 03 K 17/945  
H 03 B 5/12

Z-8124-5 J  
D-8731-5 J

審査請求 未請求 請求項の数 5 (全12頁)

⑭ 発明の名称 近接センサ発振回路

⑰ 特 願 昭63-51855

⑱ 出 願 昭63(1988)3月4日

⑲ 発 明 者 神 田 好 美 京都府京都市右京区花園土堂町10番地 立石電機株式会社  
内

⑳ 出 願 人 立石電機株式会社 京都府京都市右京区花園土堂町10番地

㉑ 代 理 人 弁理士 岡本 宜喜 外1名

明 細 書

1. 発明の名称

近接センサ発振回路

2. 特許請求の範囲

(1) コイル及びコンデンサから成り一端が接地されたLC共振回路と、

PNP型の第1、第2のトランジスタから成り前記LC共振回路の他端に第1のトランジスタが接続され、前記LC共振回路に電流を正帰還する電流ミラー回路と、

コレクタが接地され、前記LC共振回路のコイルにベースが接続されたPNP型の第3のトランジスタと、

エミッタが接地され、前記第3のトランジスタのエミッタにベースが接続され、前記電流ミラー回路の第2のトランジスタに流れる電流を制御するNPN型の第4のトランジスタと、を有することを特徴とする近接センサ発振回路。

(2) コイル及びコンデンサから成り一端が接地されたLC共振回路と、

PNP型の第1、第2のトランジスタから成り前記LC共振回路の他端に第1のトランジスタが接続され、前記LC共振回路に電流を正帰還する第1の電流ミラー回路と、

コレクタが接地され、前記LC共振回路のコイルにベースが接続されたPNP型の第3のトランジスタと、

前記第1の電流ミラー回路の第2のトランジスタのコレクタにコレクタが接続され前記第3のトランジスタのエミッタにベースが接続されたNPN型の第4のトランジスタ及び前記第3のトランジスタのエミッタとアース間に接続された第5のトランジスタを有する第2の電流ミラー回路と、

前記第3のトランジスタのエミッタと電源間に接続された電流調整用抵抗と、を有することを特徴とする近接センサ発振回路。

(3) コイル及びコンデンサから成り一端が接地されたLC共振回路と、

PNP型の第1、第2のトランジスタから成り前記LC共振回路の他端に第1のトランジスタが

接続され、前記 LC 共振回路に電流を正帰還する電流ミラー回路と、

コレクタが接地され、前記 LC 共振回路のコイルにベースが接続された PNP 型の第 3 のトランジスタと、

エミッタが接地され、前記第 3 のトランジスタのエミッタにベースが接続された第 4 のトランジスタと、

前記第 4 のトランジスタの出力を反転させる第 6 のトランジスタと、

コレクタが前記電流ミラー回路の第 2 のトランジスタに接続され、前記第 6 のトランジスタの出力を反転させる第 7 のトランジスタと、

前記第 7 のトランジスタと接地端間に設けられた電流調整用抵抗と、を有することを特徴とする近接センサ発振回路。

(4) コイル及びコンデンサから成り一端が接地された LC 共振回路と、

PNP 型の第 1、第 2 のトランジスタから成り前記 LC 共振回路の他端に第 1 のトランジスタが

接続され、前記 LC 共振回路に電流を正帰還する第 1 の電流ミラー回路と、

コレクタが接地され、前記 LC 共振回路の他端にベースが接続された PNP 型の第 3 のトランジスタと、

エミッタが接地され、前記第 3 のトランジスタのエミッタにベースが接続された第 4 のトランジスタと、

前記第 4 のトランジスタのコレクタに共通エミッタ端が接続され一端が前記第 1 の電流ミラー回路の第 2 のトランジスタに接続された第 3 の電流ミラー回路と、

前記第 3 の電流ミラー回路の他端と電源端間に接続された電流調整用抵抗と、を有することを特徴とする近接センサ発振回路。

(5) 前記 LC 共振回路のコイルに中点タップを形成し前記第 3 のトランジスタのベースを該中点タップに接続したことを特徴とする請求項 1 ~ 4 項のいずれか 1 項に記載の近接センサ発振回路。

3. 発明の詳細な説明

3

#### 〔発明の分野〕

本発明は検出物体までの距離に比例した出力を与えるリニア出力型の近接センサの発振回路に関し、特にその検出物体までの距離に対応した振幅レベルで発振する近接センサ発振回路に関するものである。

#### 〔従来技術〕

第 1 図は本発明による近接センサ発振回路の前提となった従来の発振回路の一例を示す回路図である。この発振回路はコイル L とコンデンサ C から成る LC 共振回路 1 を有しており、LC 共振回路 1 のホットエンド側はダイオード D1 を介して定電流源 2 と電流ミラー回路 3 の一方のトランジスタ Tr1 のコレクタ端及びトランジスタ Tr3 のベース端に接続される。トランジスタ Tr1 はトランジスタ Tr2 と共に電流ミラー回路 3 を構成しており、トランジスタ Tr2 のベース・コレクタの共通接続端はスイッチング用トランジスタ Tr3 のコレクタに接続される。ここでトランジスタ Tr3 のエミッタはトランジスタ Tr4、Tr5 より構成され

4

る電流ミラー回路 4 の一方のトランジスタ Tr4 に接続されている。そして一方のトランジスタ Tr5 のコレクタはトランジスタ Tr4 との共通ベースに接続されると共に抵抗 R1 を介して電源端子に接続されている。

このような従来の近接センサ発振回路によれば、電源を投入すると定電流源 2 よりダイオード D1 を介して LC 共振回路 1 に一定の電流 I<sub>1</sub> が流れ、LC 共振回路 1 のホットエンド側の電圧が上昇する。そしてトランジスタ Tr3 に与えられるベース電圧はコイル L の端子電圧よりダイオード D1 の順方向降下電圧 (約 0.6V) 高い電圧となるが、この電圧が所定のレベルを越えれば第 2 図に示すようにトランジスタ Tr3 が徐々に導通してトランジスタ Tr2 と Tr1 に電流が流れる。一方トランジスタ Tr5 には電圧源より抵抗 R1 を介して一定の電圧が与えられており、定電流 I<sub>1</sub> が流れる。従ってこれと同一の電流が電流ミラー回路 4 によってトランジスタ Tr4、更にトランジスタ Tr3 を介してトランジスタ Tr2 に流れる。従ってトラン

ジスタTr3が完全にオンとなれば第12図に示すように、電流ミラー回路3によりこれと同一の電流がトランジスタTr1にも流れることとなり、LC共振回路1に帰還される。従ってLC共振回路1の電圧に対応した電流が供給されることとなり、正帰還ループによってLC共振回路1の損失に応じた振幅で発振が継続することとなる。ここでトランジスタTr3のベース電圧とコイルLの端子電圧は第13図(a)、(b)に示すように、ダイオードD1の順方向降下電圧(0.6V)だけシフトしたものとなっている。ここでトランジスタTr3がオンとなる開始時点から定電流 $I_1$ が流れるまでの変化幅、即ち10~90%の間の電圧を閾値Vref1とすると、この閾値Vref1は第13図(a)、(b)に示すように表される。そしてコイルLの端子電圧がこのレベルを越えればトランジスタTr3が完全にオンとなるため、LC共振回路1に流入する電流は第13図(c)に示すようにピーク値が一定でコイルLの発振振幅に対応した方形波状となり、ピーク値は電流 $I_1 + I_2$ 、発振振幅が負に振れている間は

定電流 $I_1$ のみが流れることとなる。そしてLC共振回路1の損失は金属物体までの距離に対応して定まるため、その両端に得られる振幅、即ちコイルLのホットエンド端の振幅値が物体までの距離に応じて変化する。それ故LC共振回路1の振幅値に基づいて物体までの距離を検出することができる。

(発明が解決しようとする課題)

しかるにこのような従来の発振回路によれば、トランジスタTr3が完全にオンするにはトランジスタTr3のベース電圧が閾値Vref1を越える必要がある。そして第12図に示すようにトランジスタTr3のコレクタ電流が流れ始めるまでの電圧 $V_x$ はトランジスタTr3及びTr4の動作状態に依存し、トランジスタTr3のベース電圧の上昇によってトランジスタTr3、Tr4が徐々にオンとなるため、閾値の幅Vref1が大きくなる。従って第13図(a)、(b)に示すように、発振開始後物体の位置によって定まる振幅によってLC共振回路に流入する電流の実効値が変化する。即ち第13図(a)、(b)の時刻

7

$t_1$ 以後に示すように物体が遠ければ発振の振幅も大きいので、第13図(c)に示すようにデューティ比が50%に近くピーク値が一定( $I_1 + I_2$ )の電流波形が得られる。しかし時刻 $t_2$ 以後に示すように物体が近づいて発振振幅が低下すればデューティ比が50%より大きく低下する。それ故第13図(c)に示すように物体が近づけば電流波形の実効値が低下する。従って物体までの距離と振幅は例えば第14図に示すように比例関係がなく、直線性が悪いという欠点があった。更にトランジスタTr3のベース電圧はダイオードD1の電圧降下分を含めてグラウンドレベルから約0.6Vを中心として上下に流れる脈流となる。従って第13図(a)に示すように例えば振幅が1.2Vp-pのときには電源電圧はトランジスタTr4の $V_{ce(sat)}$ (約0.2V)を含めて1.4Vが必要になり、電圧利用率が悪いという欠点があった。

本願の請求項1~5の発明はこのような従来の近接センサ発振回路の問題点に鑑みてなされたものであって、物体までの距離によってLC共振回

8

路の損失が変化しても電流波形のデューティ比をほとんど変化させずに距離と振幅との直線性を向上させること、近年発振回路の低電圧化が要望されているため低電圧で発振を可能とすること、及び近くまでの物体を検出することを技術的課題とする。

又本願の請求項2、3及び4の発明はこれらの課題に加えて、この発振回路をIC化する際に必要な端子数を少なくすることを技術的課題とする。

更に本願の請求項5の発明はこれらの課題に加えて、電源電圧の上昇に応じて発振振幅を大きくできるようにすることを技術的課題とする。

(発明の構成と効果)

(課題を解決するための手段)

本願の請求項1の発明はコイル及びコンデンサから成り一端が接地されたLC共振回路と、PNP型の第1、第2のトランジスタから成りLC共振回路の他端に第1のトランジスタが接続され、LC共振回路に電流を正帰還する電流ミラー回路と、コレクタが接地され、LC共振回路のコイル

にベースが接続されたPNP型の第3のトランジスタと、エミッタが接地され、第3のトランジスタのエミッタにベースが接続され、電流ミラー回路の第2のトランジスタに流れる電流を制御するNPN型の第4のトランジスタと、を有することを特徴とするものである。

本願の請求項2の発明はコイル及びコンデンサから成り一端が接地されたLC共振回路と、PNP型の第1、第2のトランジスタから成りLC共振回路の他端に第1のトランジスタが接続され、LC共振回路に電流を正帰還する第1の電流ミラー回路と、コレクタが接地され、LC共振回路のコイルにベースが接続されたPNP型の第3のトランジスタと、第1の電流ミラー回路の第2のトランジスタのコレクタにコレクタが接続され第3のトランジスタのエミッタにベースが接続されたNPN型の第4のトランジスタ及び第3のトランジスタのエミッタとアース間に接続された第5のトランジスタを有する第2の電流ミラー回路と、第3のトランジスタのエミッタと電源間に接続さ

れた電流調整用抵抗と、を有することを特徴とするものである。

本願の請求項3の発明はコイル及びコンデンサから成り一端が接地されたLC共振回路と、PNP型の第1、第2のトランジスタから成りLC共振回路の他端に第1のトランジスタが接続され、LC共振回路に電流を正帰還する電流ミラー回路と、コレクタが接地され、LC共振回路のコイルにベースが接続されたPNP型の第3のトランジスタと、エミッタが接地され、第3のトランジスタのエミッタにベースが接続された第4のトランジスタと、第4のトランジスタの出力を反転させる第6のトランジスタと、コレクタが電流ミラー回路の第2のトランジスタに接続され、第6のトランジスタの出力を反転させる第7のトランジスタと、第7のトランジスタと接地端間に設けられた電流調整用抵抗と、を有することを特徴とするものである。

本願の請求項4の発明はコイル及びコンデンサから成り一端が接地されたLC共振回路と、PN

11

P型の第1、第2のトランジスタから成りLC共振回路の他端に第1のトランジスタが接続され、LC共振回路に電流を正帰還する第1の電流ミラー回路と、コレクタが接地され、LC共振回路の他端にベースが接続されたPNP型の第3のトランジスタと、エミッタが接地され、第3のトランジスタのエミッタにベースが接続された第4のトランジスタと、第4のトランジスタのコレクタに共通エミッタ端が接続され一端が第1の電流ミラー回路の第2のトランジスタに接続された第3の電流ミラー回路と、第3の電流ミラー回路の他端と電源端間に接続された電流調整用抵抗と、を有することを特徴とするものである。

又この近接センサ発振回路をIC化した際に振幅値が制限されないようにするためにコイルに中点タップを形成し、第3のトランジスタのベースをこの中点タップに接続するものとする。

(作用)

このような特徴を有する本願の請求項1の発明によれば、第3のトランジスタのベースをLC共

12

振回路のコイルに接続しているため、その端子電圧のわずかな上昇によって第3のトランジスタがオフとなり第4のトランジスタが導通する。従って電流ミラー回路を介してLC共振回路に電流が帰還され、発振が開始される。そして振幅に応じて第3、第4のトランジスタが交互に導通することとなる。そして第3のトランジスタのベース電圧のわずかな上昇によって第4のトランジスタがオンオフすることとなるため、その閾値電圧が極めて低いレベルとなる。

又本願の請求項2の発明によれば、電流調整用抵抗を第3のトランジスタのエミッタと電源端間に接続するようにしている。こうすれば第3のトランジスタがオフ状態では第5のトランジスタと電流調整用可変抵抗の抵抗値によって定まる定電流が第2及び第1の電流ミラー回路を介してLC共振回路に帰還され、第3のトランジスタがオン状態では帰還電流がなくなる。そして第3のトランジスタのベース電圧がそのまま閾値となるため閾値レベルが極めて低いレベルとなる。

又本願の請求項3の発明によれば、第4のトランジスタの出力を反転させる第6のトランジスタ及びその出力を反転させる第7のトランジスタを介して電流ミラー回路の第2のトランジスタのコレクタ電流を断続するようにしている。そしてそのコレクタ電流は第7のトランジスタのエミッタ・アース間に接続された電流調整用抵抗によって制御している。この場合にもLC共振回路に第3のトランジスタのベースを接続しているため、閾値レベルが極めて低いレベルとなる。

更に本願の請求項4の発明によれば、第4のトランジスタに第3の電流ミラー回路を接続しその一方の電流値を電流調整用抵抗によって制御してLC共振回路の電流を制御している。この場合にもLC共振回路の一端に第3のトランジスタのベースを接続することによって閾値レベルを大幅に低下させている。

更に本願の請求項5の発明によれば、第3のトランジスタのベースを中点タップを設けたコイルの中点に接続するようにしているため、LC共振

回路の共振振幅値は第3のトランジスタのベース電圧に対してコイルの昇圧比に比例して上昇することとなる。

#### (発明の効果)

そのため本願の請求項1の発明によれば、発振開始時の閾値が極めて低いレベルとなりその閾値を越えれば一定の電流が流れることとなるため、物体が近接しているかどうかにかかわらずほぼデューティが50%の電流波形を得ることができる。従って電流の実効値は物体の位置にかかわらずほとんど一定であり、一方LC共振回路の損失は物体検出領域付近までの距離にほぼ比例するため物体までの距離と発振の振幅の直線性を向上させることができる。更に発振開始が容易であるため極めて近い位置まで発振を継続させることができ、検出範囲を広げることができるという効果が得られる。又LC共振回路に得られる振幅には直流成分が含まれないため、電源電圧を必要な正方向への振幅値に第1のトランジスタの順方向飽和電圧を加えた値以上とすれば足りる。従って電源電圧

15

が低い場合にも充分な振幅値が得られ、電圧利用率が向上するという効果も得られる。

又本願の請求項2の発明によれば、これらの効果に加えて第4のトランジスタに流れる電流値を第4のトランジスタと共に電流ミラー回路を構成する第5のトランジスタのコレクタと電源間に接続された電流調整用抵抗によって変化させるようにしている。従って電流調整用抵抗の一方の端子は電源と共通となりIC化する際に接続端子数を減少させることができる。

又本願の請求項3及び請求項4の発明においても同様に電流調整用抵抗の一方が電源又はアース端に接続されているため、IC化する際それらの接続点を少なくすることができるという効果が得られる。

更に本願の請求項5の発明によれば、第3のトランジスタのベース電圧がLC共振回路の一端に直接接続されず中点タップに接続されているため、その端子電圧がコイルによって昇圧されることとなる。そのためこの発振回路をIC化した際に生

16

じる第3のトランジスタの寄生ダイオードによるクランプにかかわらず、電源電圧を上昇させることによって大きい振幅値を得ることができるという効果が得られる。

#### (実施例の説明)

##### (第1実施例の説明)

第1図は本願の請求項1の近接スイッチ発振回路の一実施例を示す回路図である。本図において従来例と同一部分は同一符号を付している。本実施例は前述した発振回路と同様にコイルLとコンデンサCから成るLC共振回路1のホットエンド側が電流ミラー回路11を構成するPNP型の第1のトランジスタTr6のコレクタ端に接続される。トランジスタTr6はPNP型の第2のトランジスタTr7と共に第1の電流ミラー回路11を構成しており、それらのトランジスタのエミッタは電源に接続されている。そしてトランジスタTr7のコレクタは電流調整用の可変抵抗R2を介してNPN型の第4のトランジスタTr8のコレクタに接続され、トランジスタTr8のエミッタは接地されて

17

18

いる。そして検出コイルLのホットエンド側はPNP型の第3のトランジスタTr9のベースに接続される。トランジスタTr9のコレクタは接地され、エミッタはトランジスタTr8のベースと共通接続されて抵抗R3を介して電源端に接続されている。

次に第1実施例の近接スイッチの発振回路の動作について第2図のタイムチャートを参照しつつ説明する。電源を投入するとトランジスタTr6を介してLC共振回路1及びトランジスタTr9に電圧が供給される。そしてトランジスタTr9のエミッタ電圧は約0.6V以上とはならないため、LC共振回路1の端子電圧が所定の閾値レベルVref2を越えればトランジスタTr9が非導通状態となる。そうすればトランジスタTr8のベースに抵抗R3を介してベース電圧が供給されトランジスタTr8がオンとなり、電流ミラー回路11のトランジスタTr7には電流調整用の可変抵抗R2で定まる電流I<sub>1</sub>が流れることとなる。この電流が電流ミラー回路11を介してLC共振回路1に帰還されるため発振が開始される。そしてLC共振回路1の

端子電圧が負となればトランジスタTr9にエミッタ電流が流れるため、そのエミッタ電圧が第2図(a)に示すように0.6V以下となりトランジスタTr8がオフとなって電流ミラー回路11を介して電流帰還が停止される。このようにLC共振回路1の両端の電圧によってトランジスタTr9及びTr8が交互に断続されることとなるが、第2図(a)、(b)に示すようにLC共振回路1のホットエンド端、即ちトランジスタTr9のベース電圧がわずかに上昇すれば直ちに一定の電流I<sub>1</sub>が流入することとなるため、定電流I<sub>1</sub>が流れる周期は発振のほぼ半周期となる。そしてトランジスタTr9のベース電圧とトランジスタTr8のコレクタ電流との関係は、第3図に示すようにトランジスタTr9のベース電圧がわずかに上昇したときにはトランジスタTr8に一定のコレクタ電流が流れる。ここでこの飽和電流の10%~90%への上昇分を閾値Vref2として変すと、この閾値Vref2は例えば0.1V程度の値となる。そして物体が遠い場合(時刻t<sub>1</sub>~t<sub>2</sub>)、近い場合(時刻t<sub>3</sub>~t<sub>4</sub>)にはLC共振回路1の

19

振幅は夫々第2図(a)に示すように変化しトランジスタTr9のエミッタ電圧も第2図(b)に示すように変化するが、電流波形は第2図(c)に示すようにほとんど変化せずその実効値はほとんど一定となる。

一方LC共振回路1の損失は物体までの位置によって定まるが、電流の実効値が一定であるので発振回路の振幅値は第4図に示すように物体までの距離、即ちLC共振回路の損失にほぼ比例したレベルとなる。それ故LC共振回路1のホットエンド側に得られる発振信号を検波することによって振幅レベルに応じた直流信号となって物体までの距離を検出することができる。ここで可変抵抗R2の抵抗値によってトランジスタTr7、Tr8を流れる電流値I<sub>1</sub>が変化する。そしてこの電流が電流ミラー回路11を介してLC共振回路1に帰還されるため、可変抵抗R2を調整することによってその電流値及び電流値に対応して変化する振幅値を調整することができる。

又LC共振回路1の端子電圧は第2図(a)に示すように直流成分を含まず、グラウンドレベルを中心

20

として正負に振れる信号となる。従ってトランジスタTr6の飽和電圧V<sub>ce,sat</sub>を0.2Vとすると、LC共振回路の正方向の振幅値に飽和電圧を加えた値で駆動することができる。例えば発振振幅を1.2V<sub>p-p</sub>とすると必要な電源電圧は0.6V+0.2V、即ち0.8V以上とすれば足りる。従って従来の発振回路に比べて同一の振幅値を得るために必要な電源電圧を大幅に低くすることができる。

#### (第2実施例の説明)

さて第1実施例による発振回路をIC化する際には、第5図に示すようにP型サブストレートにPNP型トランジスタTr9を形成する必要がある。従ってサブストレートとトランジスタTr9のベース間でPN接合部が生じ寄生ダイオードとなる。従って第1図に破線で示すように等価的にダイオードD2がアースとベース間に接続された状態となっている。それ故トランジスタTr9のベース電圧はグラウンドレベルより約-0.6Vにクランプされる。従って発振回路の振幅値は±0.6Vを越えることができない。そこで第6図に示すように、L

C共振回路1のコイルLに中点タップを設け、トランジスタTr9のベースをこの中点タップに接続するようにしてもよい。こうすればコイルLの巻数比Nによって昇圧されるため、第6図ではLC共振回路1の振幅値の上限はコイルLの巻数比Nに比例して上昇することとなる。

#### (第3実施例の説明)

次に本願の請求項2の近接センサ発振回路を具体化した第3実施例について第7図を参照しつつ説明する。本実施例はこの近接センサ発振回路をIC化する際の接続用端子を少なくするようにしたものであって、第7図において前述した実施例と同一部分は同一符号を付している。本実施例はLC共振回路1の一端に電流ミラー回路11のトランジスタTr6とトランジスタTr9のベースを接続すると共に、トランジスタTr7のコレクタとアース間にトランジスタTr8を接続すること、及びトランジスタTr9のエミッタにトランジスタTr8のベースを接続し、トランジスタTr8を介してトランジスタTr7より電流を流出させることは前述

した第1実施例と同様である。さて本実施例ではトランジスタTr9のエミッタにNPN型の第5のトランジスタTr10のベース・コレクタを接続し、このトランジスタTr10のエミッタを接地する。そしてトランジスタTr10のベース・コレクタ共通接続点と電源との間に可変抵抗R4を接続する。可変抵抗R4はトランジスタTr10に流れる電流を制御するものである。又トランジスタTr10は第4のトランジスタTr8と共に第2の電流ミラー回路を構成している。

本実施例においてもLC共振回路1の端子電圧がトランジスタTr9のベースで定まる閾値Vref2を越えた場合には、トランジスタTr10に抵抗R4で設定される電流が流れる。従って電流ミラー回路11によりトランジスタTr8にも同一の電流が流れることとなってトランジスタTr7及びTr6を介してLC共振回路1にその電流が帰還される。このように正帰還ループが形成されるため、可変抵抗R4によってLC共振回路1の振幅が決定されることとなる。

2 3

本実施例において発振回路をIC化する場合には可変抵抗R4はICチップ外の外付部品として接続されるが、回路上可変抵抗R4の一端は電源に接続されているため、他端のみを振幅調整用端子Pとして外部に取出すように構成する。こうすればIC化する際に調整用抵抗R2の両端に端子を設けなければならない前述した第1実施例に比べて端子数を少なくすることができるという効果が得られる。

又本実施例においてもトランジスタTr9のベースがLC共振回路1のホットエンドに直接接続されているため、その発振振幅の最大値は1.2V<sub>p-p</sub>に制限される。従って第6図に示すようにコイルLに中点タップを設けトランジスタTr9のベースを中点タップに接続するようにすれば、供給する電源電圧に応じた大きい振幅の信号を得ることができる。

#### (第4実施例の説明)

次に第8図を参照しつつ本願の請求項3の近接センサ発振回路を具体化した第4実施例について

2 4

説明する。本図において前述の実施例と同一部分は同一符号を付している。さて本実施例ではLC共振回路1の一端にPNP型トランジスタTr9のベースを接続してそのエミッタと電源端間に抵抗R3を接続すること、及びエミッタと接地端間にトランジスタTr8のベース・エミッタ端間を接続することは第1実施例と同様である。本実施例ではトランジスタTr8のコレクタを抵抗R5、R6の分圧回路の midpoint に接続する。そしてその midpoint には第6のトランジスタTr11のベースを接続する。トランジスタTr11のエミッタを接地し、そのコレクタを抵抗R7、R8の分圧回路の midpoint に接続する。そして抵抗R7、R8の midpoint に更に第7のトランジスタTr12のベースを接続し、そのエミッタとアース端間に電流調整用の可変抵抗R9を接続する。トランジスタTr12のコレクタは電流ミラー回路11のトランジスタTr7のコレクタに接続するものとする。

ここでトランジスタTr11、Tr12はトランジスタTr8の出力を夫々反転させるものであり、トラ



ンジスタ  $Tr_{12}$  のエミッタ抵抗  $R_9$  を電流調整用抵抗としている。こうすれば電流調整用抵抗  $R_9$  の一端は接地されているためその他端を調整用端子  $P$  とすることができ  $IC$  化する際の端子数を減少させることができる。又本実施例では第 9 図(a)~(e)に各部の波形を示すように、トランジスタ  $Tr_{11}$ ,  $Tr_{12}$  は交互にオンオフのスイッチング動作をすることとなる。

(第 5 実施例の説明)

次に第 10 図は本発明の請求項 4 の近接センサ発振回路を具体化した第 5 実施例を示す回路図である。本実施例においても前述した第 1 実施例と同一部分は同一符号を付している。本実施例では第 1 実施例のトランジスタ  $Tr_8$  のコレクタにトランジスタ  $Tr_{13}$ ,  $Tr_{14}$  から成る第 3 の電流ミラー回路 13 の共通エミッタを接続している。そしてトランジスタ  $Tr_{13}$  のコレクタと電源端間に可変抵抗  $R_{10}$ 、他方のトランジスタ  $Tr_{14}$  のコレクタに電流ミラー回路 11 のトランジスタ  $Tr_7$  のコレクタを接続するようにしたものである。この場

合にも調整用抵抗  $R_{10}$  は一端が電源に接続されているため、調整用端子  $P$  を 1 つとすることができ、 $IC$  化する際の端子数が少なくなるという効果が得られる。

4. 図面の簡単な説明

第 1 図は本発明の第 1 実施例による近接センサ発振回路を示す回路図、第 2 図はその各部の波形を示す波形図、第 3 図はトランジスタ  $Tr_9$  のベース電圧に対するトランジスタ  $Tr_8$  のコレクタ電流の変化を示す図、第 4 図は物体までの距離に対する発振振幅の変化を示すグラフ、第 5 図はこの発振回路を  $IC$  化する際のチップ内の構成を示す図、第 6 図は本発明の第 2 実施例による近接センサ発振回路を示す回路図、第 7 図、第 8 図及び第 10 図は夫々本発明の第 3、第 4 及び第 5 実施例による近接センサ発振回路を示す回路図、第 9 図は第 4 実施例の各部の波形を示す波形図、第 11 図は従来の近接センサ発振回路の一例を示す回路図、第 12 図はトランジスタ  $Tr_3$  のベース電圧に対するトランジスタ  $Tr_1$  のコレクタ電流の変化を示す

27

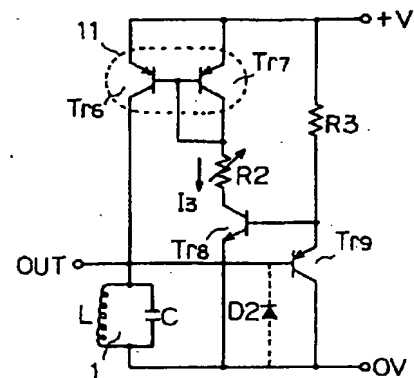
グラフ、第 13 図はその各部の波形を示す波形図、第 14 図は従来の発振回路の物体までの距離に対する発振振幅の変化を示すグラフである。

1.....LC 共振回路      3, 4, 11, 12, 13.....電流ミラー回路      L.....コイル      C.....コンデンサ  
 $Tr_1 \sim Tr_{14}$ .....トランジスタ  
 $R_1, R_3, R_5 \sim R_8$ .....抵抗       $R_2, R_4, R_9, R_{10}$ .....可変抵抗       $D_1$ .....ダイオード  
 $D_2$ .....寄生ダイオード

特許出願人      立石電機株式会社  
 代理人      弁理士      岡本宜喜 (他 1 名)

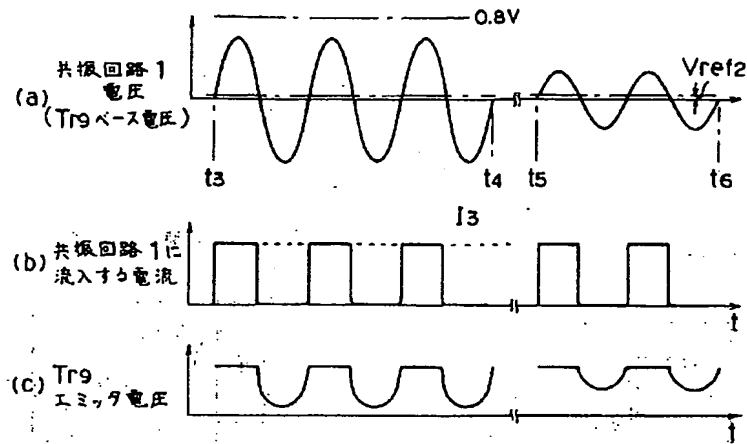
28

第 1 図

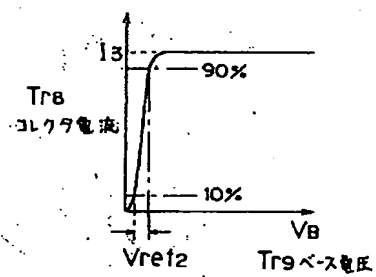


1.....LC 共振回路  
 11.....電流ミラー回路

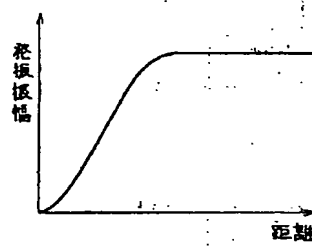
第 2 図



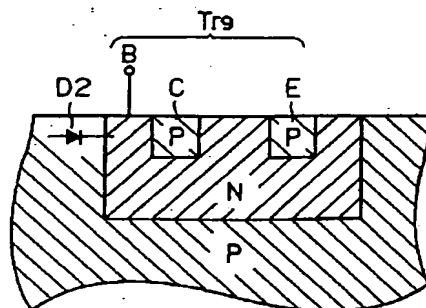
第 3 図



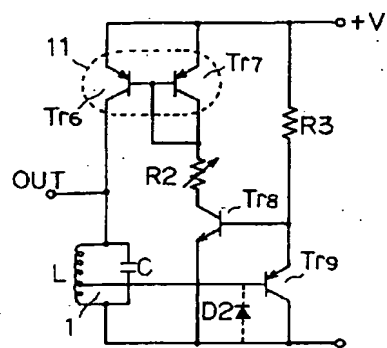
第 4 図



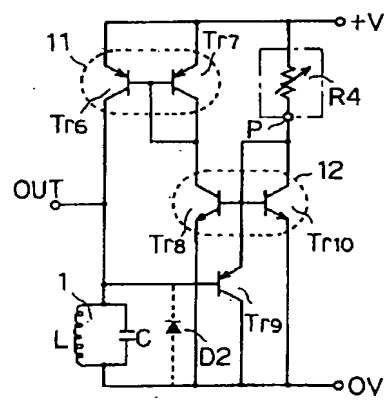
第 5 図



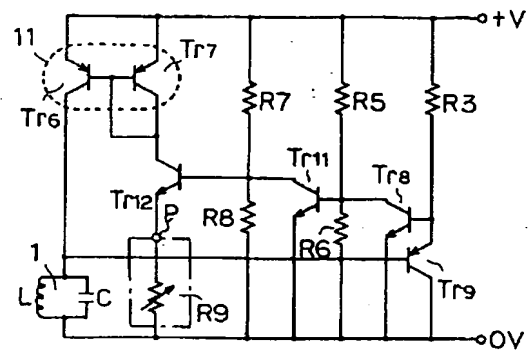
第 6 図



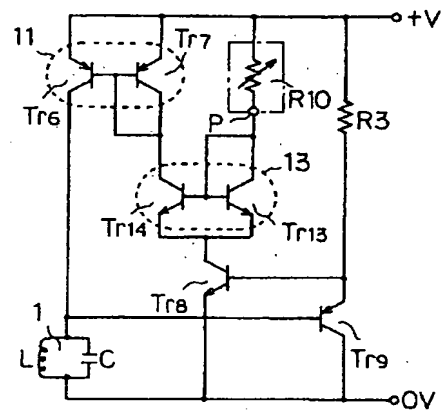
第 7 図



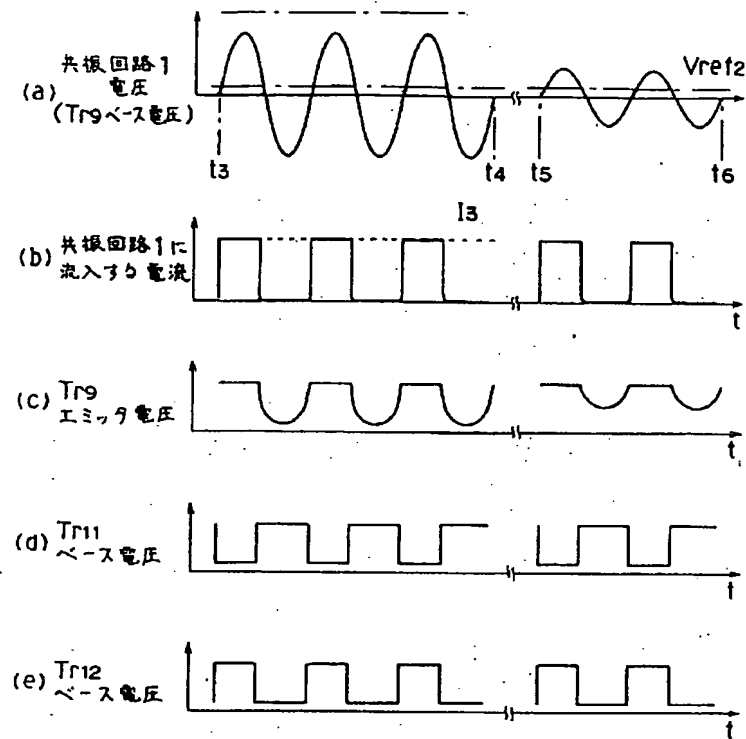
第 8 図



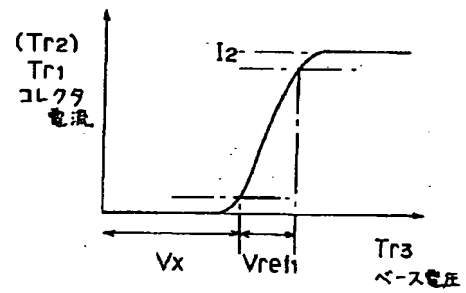
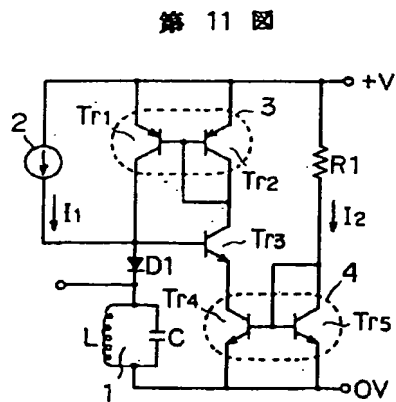
第 10 図



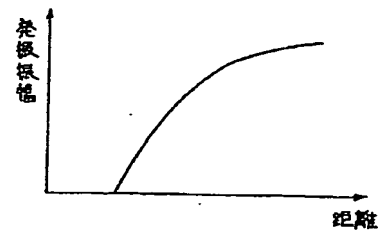
第 9 図



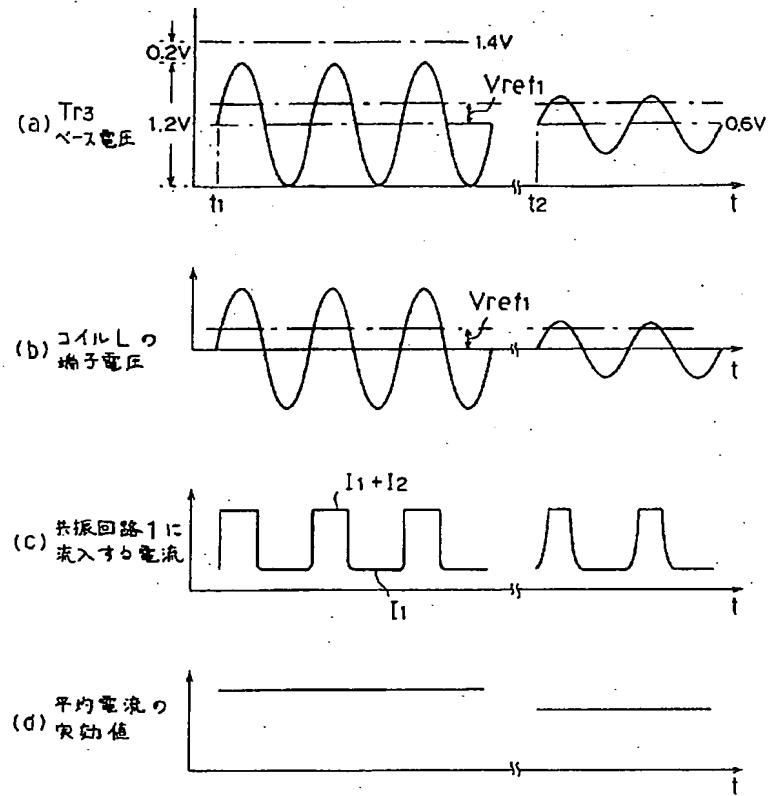
第 12 図



第 14 図



第 13 図



**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

**BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☒ FADED TEXT OR DRAWING
- ☐ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☒ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**